



10 618 285

10 20 2003

(71) Anmelder:

Finnigan MAT GmbH, 28197 Bremen, DE

(74) Vertreter:

Meissner, Bolte & Partner Anwaltssozietät GbR,
28209 Bremen

(72) Erfinder:

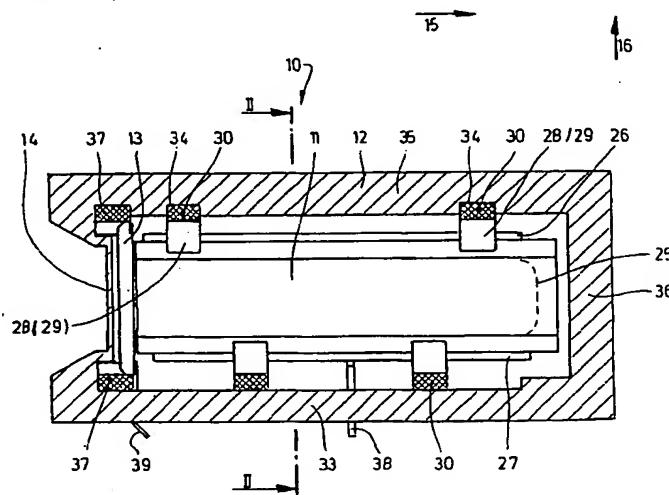
Schwieters, Johannes, Dr., 27777 Ganderkesee, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:DE 195 11 958 A1
US 57 57 012 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Faraday-Auffänger zur Messung von Ionenströmen in Massenspektrometern

(55) Ein Faraday-Auffänger zur Messung von Ionenströmen in Massenspektrometern, mit einer Tasche (11) zum Aufnehmen der Ionen, einem Eintrittsspalt (14) und einer Sekundärelektronenblende (13) ist in besonderer Weise gestaltet. Die Tasche (11) besteht aus zwei Halbschalen (18, 19) aus massivem Graphit und ist in einem Rahmen (12) mit Isolatoren (30) gehalten.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Faraday-Auffänger zur Messung von Ionenströmen in Massenspektrometern, mit einer Tasche zum Aufnehmen der Ionen, einem Eintrittsspalt und insbesondere einer Sekundärelektronenblende.

Faraday-Auffänger werden zur präzisen Messung von Ionenströmen insbesondere in Sektorfeld-Massenspektrometern eingesetzt. Von einer Ionenquelle erzeugte Ionen werden mittels einer Ionenoptik auf den Eintrittsspalt eines Massenanalysators fokussiert. Der Massenanalysator besteht mindestens aus einem magnetischen Sektorfeld, das mit einem oder mehreren elektrostatischen Sektorfeldern und geeigneten Driftstrecken kombiniert sein kann. In der einfachsten Ausführung besteht der Massenanalysator aus einem Eintrittsspalt, einer feldfreien Driftstrecke, gefolgt von einem magnetischen Sektorfeld zur Massentrennung, und einer weiteren feldfreien Driftstrecke, an dessen Ende sich ein Detektor mit Auffängern befindet.

Die feldfreien Driftstrecken und die Geometrie des magnetischen Sektorfelds bilden zusammen ein ionenoptisches System. Die Dimensionen werden so gewählt, daß Ionenbündel unterschiedlicher Masse, die durch den Eintrittsspalt des Spektrometers gelangen, an verschiedenen Orten entlang einer sogenannten Bildkurve des Massenanalysators scharf abgebildet werden. Zur Messung dieser massenseparierten Ionenströme werden entlang der Bildkurve Faraday-Auffänger positioniert. Diese bestehen üblicherweise mindestens aus einem Eintrittsspalt, einer Sekundärelektronenunterdrückungsblende und einer Auffängertasche.

Da mehrere Faraday-Auffänger parallel entlang der Bildkurve positioniert werden sollen, gibt es geometrische Randbedingungen für deren Dimensionierung. Die maximale Breite der Auffänger ist limitiert durch den minimalen Abstand zweier benachbarter massenseparierter Ionenströme, die simultan gemessen werden sollen. Dieser Abstand beträgt typisch ca. 2 bis 3 mm, kann jedoch auch kleiner oder größer sein. Die geringe geometrische Größe stellt ein Problem für den sicheren und präzisen Aufbau der Faraday-Auffänger dar.

Bei Auftreffen der Ionen auf die Innenseite der Auffängertasche wird eine ganze Familie von Sekundärteilchen erzeugt, nämlich Sekundärelektronen, positive Sekundärionen, negative Sekundärionen, Neutralteilchen, Photonen. Zusätzlich gibt es noch die Möglichkeit, daß das eintreffende Teilchen beim "Aufprall" auf die Auffängeroberfläche (Taschenboden) direkt reflektiert wird und aus der Auffängertasche herausgestreut wird.

Damit der Faraday-Auffänger den Ladungsstrom der Ionen richtig und unverfälscht mißt, dürfen keine geladenen Sekundärteilchen und keine eingeschossenen Ionen den Faraday-Auffänger wieder verlassen. Dies würde zu einer Verfälschung der Ionenstrommessung führen. Daher ergeben sich bestimmte Anforderungen an die Konstruktion und den Aufbau eines Faraday-Auffängers:

1. Die Auffängertasche sollte möglichst schmal und tief sein, damit allein aus geometrischen Gründen die Wahrscheinlichkeit für das Entweichen eines Teilchens gering ist.
2. Der Auffänger sollte präzise ausgerichtet sein, damit die Ionen möglichst tief in die Auffängertasche eintreten. Dadurch soll verhindert werden, daß nicht bereits nahe der Eintrittsöffnung die Seitenwände getroffen werden und Sekundärteilchen entstehen, die den Auffänger verlassen können.
3. Die Auffängertasche sollte ideal dicht sein.
4. Die Sekundärelektronenblende sollte dicht und prä-

zise vor der Auffängertasche angebracht sein, um die geladenen negativen Sekundärteilchen effektiv abzubremsen und in die Auffängertasche zurückzulenken.

5. Die Auffängertasche muß gegen äußere Streuteilchen elektrisch abgeschirmt sein.
6. Die innere Oberfläche des Auffängers sollte aus einem Material mit geringen Sekundärteilchenausbeuten bestehen.
7. Der Auffänger muß sauber, staubfrei und überall elektrisch leitend sein, damit die elektrische Ladung quantitativ abfließen kann und keine lokalen Aufladungen entstehen.

Besondere Anforderungen werden an die mechanische Konstruktion des Auffängers gestellt. Es sind enge mechanische Toleranzen von ca. 0,05 mm auf kleinem Raum einzuhalten. Hinzu kommt die Schwierigkeit, daß die Einzelteile des Faraday-Auffängers zum Teil gegen Massepotential elektrisch isoliert werden müssen (z. B. innere Auffängertasche und Sekundärelektronenblende). Typischerweise müssen Isolationswiderstände von besser als 10^{13} Ohm eingehalten werden.

- 15 20 25 30 35 40
- Die innere Auffängertasche heutiger Auffänger (auch als Faraday-Cups bezeichnet) besteht in der Regel aus kleinen Metalltaschen, die innen auf unterschiedliche Weise mit Graphit ausgekleidet sind. Graphit- oder Kohlenstoff-Oberflächen sind besonders gut geeignet, da dieses Material gute elektrische Oberflächeneigenschaften aufweist. So werden die Auffängertaschen zum Beispiel mit einer Art Graphitlack oder Graphitpulver ausgestrichen oder innen mit dünnen Graphiteinlagen ausgekleidet. Diese indirekte Auskleidung der inneren Cups durch Graphitlack bereitet Probleme in der Reproduzierbarkeit der Oberflächenherstellung und der Haltbarkeit der Schichten. Bereits nach relativ kurzer Nutzungsdauer können sich die elektrischen Eigenschaften dieser Schichten verändern. Die Auskleidung mit dünnen Graphitplatten schränkt die nutzbare innere Breite der Auffänger zusätzlich ein. Die inneren Graphitplatten müssen mechanisch stabil und reproduzierbar in die Auffängertasche eingebaut und gehalten werden. Dies stellt oft ein besonderes technisches Problem dar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Faraday-Auffängers mit verbesserten mechanischen Eigenschaften. Der erfindungsgemäße Faraday-Auffänger ist dadurch gekennzeichnet, daß die Tasche Wandungen aus massivem Graphit aufweist. Während bei den herkömmlichen Auffängern Metallblechwandungen mit einer Graphitbeschichtung versehen sind, weist der erfindungsgemäße Auffänger Wandungen aus massivem Graphit auf. Vorzugsweise handelt es sich um zwei miteinander verbundene Halbschalen aus Graphit. Diese schließen zwischen sich einen Hohlraum ein, der an einer Seite zum Eintritt der Ionen offen ist.

Die Halbschalen werden durch Klammern zusammengehalten, die zugleich als Abstandhalter gegenüber einem äußeren Rahmen dienen.

Bei dem Material der Tasche handelt es sich um hochreines, massives Graphit. Die beiden Halbschalen sind äußerst formstabil, passen durch eine Präzisionsnut exakt ineinander und bilden eine lichtdichte labyrinthartige Verbindung. Erzielt werden eine hohe mechanische Stabilität, eine hohe Reproduzierbarkeit der Oberflächeneigenschaften und die optimale Nutzung der durch die Ionenoptik vorgegebenen begrenzten Auffängerbreite. Es müssen keine zusätzlichen Schichten indirekt auf die Auffänger aufgetragen werden, die die effektive innere Breite der Auffänger unnötig verkleinern würde. Die Halbschalen werden aus einem homogenen Materialblock gefräst und weisen somit eine elek-

trisch homogene Oberfläche auf, die reproduzierbar ist. Haf-
tungsprobleme indirekt aufgetragener Schichten und me-
chanische Probleme der Halterung von dünnen Einlagen
sind ausgeschlossen.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Be-
schreibung im übrigen und aus den Ansprüchen. Ausführ-
ungsbespiele der Erfindung werden nachfolgend anhand
von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Far-
aday-Auffängers,

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Faraday-Auffänger
gemäß Fig. 1 entlang der Linie II-II,

Fig. 3 einen Ausschnitt aus dem Querschnitt gemäß Fig.
2.

Ein erfindungsgemäßer Faraday-Auffänger 10 weist eine Tasche 11 – auch als Innencup bezeichnet – und einen äußeren Rahmen 12 – auch als Cup-Rahmen bezeichnet – auf. Weiterhin vorhanden ist eine Sekundärelektronenblende 13 sowie ein Eintrittsspalt 14. Die Tasche 11 ist im Rahmen 12 durch besondere Halteorgane gehalten.

Der Faraday-Auffänger weist eine herausragende Länge (Pfeil 15), eine geringe Höhe (Pfeil 16) und eine sehr ge-
ringe Breite (Pfeil 17) auf.

Die Tasche 11 besteht im wesentlichen aus zwei miteinan-
der verbundenen Halbschalen 18, 19 aus massivem, hoch-
reinem Graphit. Eine Verbindungsnuß 20 zwischen den Halb-
schalen 18, 19 läuft um die Tasche 11 um – mit Ausnahme
eines Öffnungsbereichs nahe dem Eintrittsspalt 14 – und
zwar parallel zu einer durch die Pfeile 15 (Länge) und 16
(Höhe) gebildeten Ebene. Die Verbindungsnuß 20 ist als La-
byrinth ausgebildet, vom Innenraum 21 der Tasche 11 nach
außen gesehen mit einem auswärts gerichteten Abschnitt 22,
einem hieran in Querrichtung anschließenden Abschnitt 23
und einem daran anschließenden und wieder auswärts ge-
richteten Abschnitt 24, wobei "auswärts" parallel zur Höhe
(16) oder Länge (15) bedeutet.

Im Bereich der Nut 20 werden die beiden Halbschalen 18,
19 fest zusammengepreßt durch das genannte Halteorgan.
Ein dem Eintrittsspalt 14 gegenüberliegender Taschenboden
25 ist ebenfalls durch die Nut 20 geteilt.

Parallel zur Auffänger-Längsrichtung (Pfeil 15) ist die
Verbindungsnuß 20 oben außen und unten außen jeweils
durch eine Metallschiene 26, 27 abgedeckt. Jede Schiene 26,
27 erstreckt sich nahezu über die Länge der beiden Halb-
schalen 18, 19.

Die oben bereits genannten Halteorgane bestehen im vor-
liegenden Fall aus den Metallschienen 26, 27, Klammerble-
chen 28, 29 und Isolatoren 30, wobei je zwei Klammerble-
che einander gegenüberliegend an die Metallschiene 26 an-
geheftet sind, mit Überständen 31, 32 oberhalb und unter-
halb der Metallschiene. Auf jeder Metallschiene 26, 27 sind
zweimal zwei Klammerbleche 28, 29 aufgeheftet. Je zwei
Klammerbleche bilden eine Klammer und halten zwischen
den inneren Überständen 31 die beiden Halbschalen 18, 19
zusammen. Gegenüberliegend ist zwischen den Überstän-
den 32 jeweils ein Isolator 30 gehalten, im vorliegenden Fall
ein Keramikklotzchen.

Beim Zusammenbau des Faraday-Auffängers 10 werden
die Halbschalen 18, 19 zusammengefügt und durch die be-
schriebenen Halteorgane miteinander verbunden. Anschlie-
ßend wird die Tasche 11 in den Rahmen 12 quer zur Längs-
richtung 15 eingesetzt. Dabei liegen die Isolatoren 30 auf ei-
nem unteren Längssteg 33 des Rahmens 12 auf. Die oberen
Isolatoren treten in vorgefertigte und genau passende Aus-
nehmungen 34 eines oberen Längssteges 35 ein. Die Aus-
nehmungen 34 weisen eine Tiefe von etwa einem Drittel der
Höhe der Isolatoren 30 auf, so daß die Klammerbleche 28
auf keinen Fall mit dem Rahmen 12 Kontakt bekommen.

Nahe dem Taschenboden 25 sind die beiden Längsstegs 33, 35 miteinander verbunden durch einen aufrechten Bodensteg 36. In Fig. 1 ist der Rahmen 12 schraffiert gezeichnet. Tatsächlich handelt es sich um eine Draufsicht. Die Schraffur ist nur zur besseren optischen Abgrenzung vorge-
sehen. Der Rahmen 12 ist insgesamt rechteckig, wobei dem Bodensteg 36 gegenüberliegend der metallische Eintritts-
spalt 14 angeordnet ist.

Der Taschenboden 25 erstreckt sich nicht genau in einer Ebene quer zur Längsrichtung 15, sondern ist keilförmig angefast und somit etwas schräg gerichtet. Dadurch werden in die Tasche 11 in Längsrichtung eintretende Ionen nicht in Richtung auf den Eintrittsspalt 14 reflektiert. Vielmehr erfolgt eine Ablenkung in Richtung auf eine der beiden großen Seitenwandungen bzw. Halbschalen 18, 19.

Die Halbschalen 18, 19 sind so in den etwa 3 mm breiten Rahmen 12 aus Metallblech eingebaut, daß zwischen der Tasche 11 und dem Rahmen 12 ein umlaufender Spalt besteht. Eingangsseitig, d. h. zwischen dem Eintrittsspalt 14 und den Halbschalen 18, 19 ist die Sekundärelektronenblende 13 angeordnet. Diese weist einen geringen Abstand von etwa 0,2 mm zu der Tasche 11 auf und ist an Isolatoren 37 und gegebenenfalls Klammern im Rahmen 12 gehalten.

Tasche 11 und Blende 13 sind mit Leitungen versehen,
die durch entsprechende Bohrungen im Rahmen 12, hier im unteren Längssteg 33 geführt sind. Etwa mittig tritt aus dem Längssteg 33 eine mit der Tasche 11 verbundene Signalleitung 38 aus. Der Blende 13 zugeordnet ist eine SE-Leitung 39.

Der beschriebene Auffänger 10 ist schließlich in nicht ge-
zeigter Weise in eine Metallfolie eingehüllt bzw. von dieser bedeckt. Damit die Folie keinen Kontakt mit den Halbschalen 18, 19 bekommt, sind Folienwandungen leicht gewölbt vorgeformt.

Bezugszeichenliste

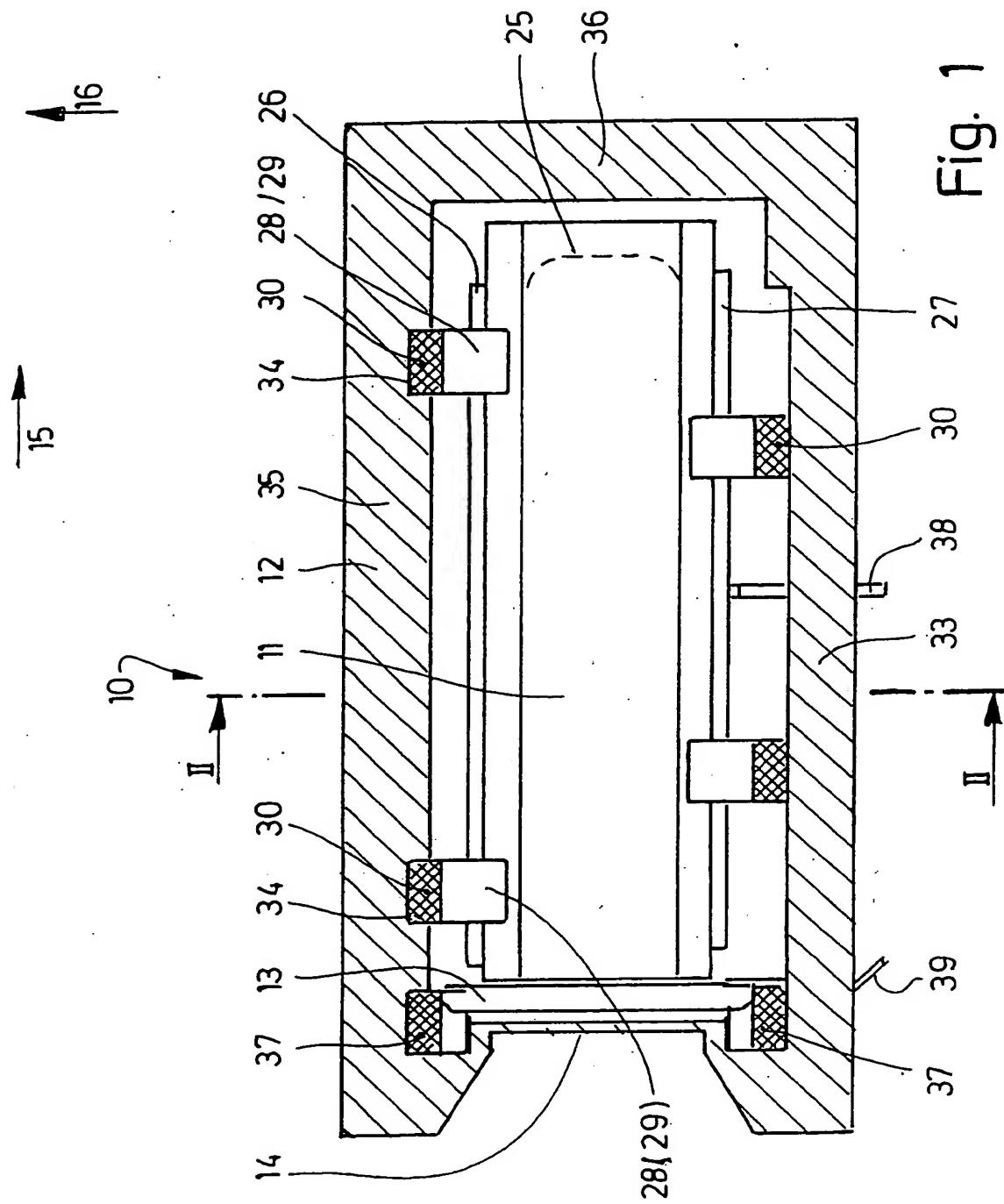
- 10 Faraday-Auffänger
- 11 Tasche
- 12 Rahmen
- 13 SE-Blende
- 14 Eintrittsspalt
- 15 Länge/Pfeil
- 16 Höhe/Pfeil
- 17 Breite/Pfeil
- 18 Halbschale
- 19 Halbschale
- 20 Verbindungsnuß
- 21 Innenraum
- 22 Abschnitt
- 23 Abschnitt
- 24 Abschnitt
- 25 Taschenboden
- 26 Metallschiene
- 27 Metallschiene
- 28 Klammerblech
- 29 Klammerblech
- 30 Isolatoren
- 31 Überstände
- 32 Überstände
- 33 Längssteg
- 34 Ausnehmung
- 35 Längssteg
- 36 Bodensteg
- 37 Isolatoren
- 38 Signalleitung
- 39 SE-Leitung

Patentansprüche

1. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tasche (11) Wandungen aus massivem Graphit aufweist. 5
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tasche (11) aus insbesondere zwei miteinander verbundenen und zwischen sich einen zumindest einseitig offenen Innenraum (21) einschließenden Wandungen gebildet ist. 10
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Tasche (11) aus zwei Halbschalen (18, 19) aus Graphit gebildet ist. 15
4. Vorrichtung nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandungen oder Halbschalen (18, 19), bei quaderförmiger Gestalt der Tasche (11) mit großer Erstreckung 20 in Längsrichtung (Pfeil 15) – zugleich Ionen-Haupteingangsrichtung – geringer Erstreckung in Hochrichtung (Pfeil 16) und noch geringerer Breite (Pfeil 17), parallel zur Längsrichtung (Pfeil 15) geteilt sind. 25
5. Vorrichtung nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Übergangs zwischen zwei Wandungen oder Halbschalen (18, 19) durch entsprechende geometrische Formgebung eine labyrinthartige Trennnut (Verbindungsnuß 20) gebildet ist. 30
6. Vorrichtung nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Innenflächen der Tasche gegenüber der Quaderform abgewinkelt sein können, und daß insbesondere ein dem Eintrittsspalt (14) entfernt liegender Taschenboden 35 (25) so gestaltet ist, daß direkt auftreffende Ionen in Richtung auf andere Wandungen und nicht in Richtung auf den Eintrittsspalt (14) reflektiert werden. 40
7. Vorrichtung nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandungen oder Halbschalen (18, 19) durch Klammern zusammengehalten werden. 45
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß an Längsschmalseiten der Tasche (11) Klammern angeordnet sind. 50
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Klammern Klammerwände aus Federblech aufweisen. 55
10. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Klammern zwei einander gegenüberliegende Klammerwände (Klammerbleche 28, 29) aufweisen, die durch ein Abstandselement getrennt und jeweils mit dem Abstandselement verbunden sind, wobei außerhalb des Abstandselementes ein Zwischenraum zwischen den Klammerwänden zur Aufnahme von Teilen der Wandungen oder Halbschalen (18, 19) der Tasche (11) gebildet ist. 60
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Abstandselement eine Metallschiene (26, 27) ist, die sich in Längsrichtung der Tasche (11) erstreckt und an derselben anliegt, insbesondere die Trennnut (Verbindungsnuß 20) abdeckend. 65
12. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Klammern (28, 29) außerhalb des Abstandselementes und der Tasche (11) gegenüberliegend einen Isolator (30) zwischen den Klammerwänden halten. 65

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Isolator ein Keramikklotzchen ist, wobei jeder Klammer ein Keramikklotzchen zugeordnet ist. 6
14. Vorrichtung nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Tasche (11) in einem äußeren, umlaufenden Rahmen (12) und gegenüber diesem isoliert gehalten ist. 6
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatoren (30) innen am äußeren Rahmen (12) anliegen. 6
16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Rahmen (12) aus Blech besteht, insbesondere aus etwa 3 mm starkem Blech, wobei die Stärke in Richtung der Breite (Pfeil 17) gemessen wird. 6

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



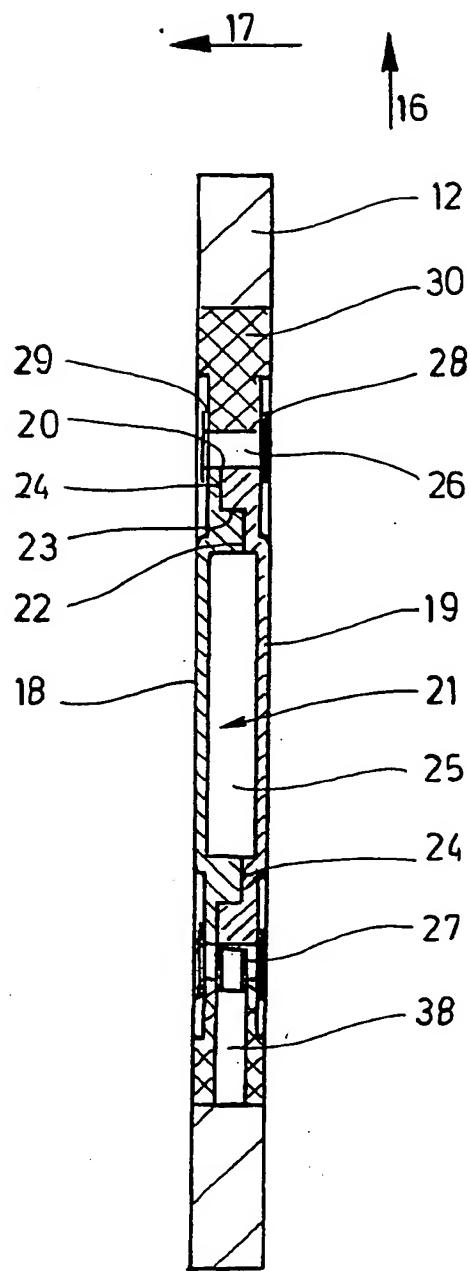


Fig. 2

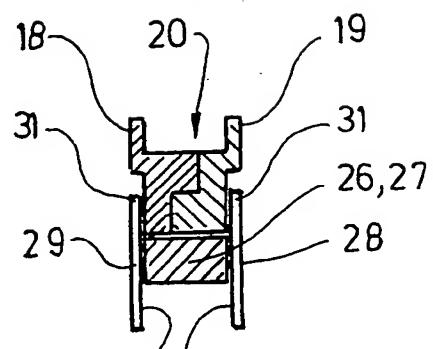


Fig. 3